

## **General Disclaimer**

### **One or more of the Following Statements may affect this Document**

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

E82-10177

CR-168600



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

"Made available under NASA sponsorship  
in the interest of early and wide dis-  
semination of Earth Resources Survey  
Program information and without liability  
for any use made thereof."

(E82-10177) ESTIMATING REFORESTATION BY  
MEANS OF REMOTE SENSING (Instituto de  
Pesquisas Espaciais, Sao Jose) 62 p  
HC A04/MF A01

N82-22612

CSCL 05B

Unclas

G3/43 00177

RECEIVED BY  
NASA STI FACILITY  
DATE: NOV 25 1981  
JCAF NO. 002549  
PROCESSED BY  
☒ NASA STI FACILITY  
☐ ESA-SDS ☐ AAA



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

1. Classificação INPE-COM.9/PRE C.D.U.: 528.711.7:634.0.233(815/816.1)		2. Período 1981	4. Distribuição  interna <input type="checkbox"/>  externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor)  AVALIAÇÃO REFLORESTAMENTO SENSORIAMENTO REMOTO			
5. Relatório nº INPE-2201-PRE/010	6. Data Agosto, 1981	7. Revisado por <i>Antonio Tebaldi Tardin</i> Antonio Tebaldi Tardin	
8. Título e Sub-Título  AVALIAÇÃO DE REFLORESTAMENTO ATRAVÉS DE SENSO RIAMENTO REMOTO.		9. Autorizado por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> Nelson de Jesus Parada Diretor	
10. Setor DSR/DDP	Código 30.241.111	11. Nº de cópias 10	
12. Autoria <i>Pedro Hernandez Filho</i> <i>Yosio Edemir Shimabukuro</i> <i>João Roberto dos Santos</i>		14. Nº de páginas 38	
13. Assinatura Responsável <i>Pedro Hernandez Filho</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas  <i>Este trabalho tem como finalidade avaliar as potencialidades dos dados de sensoriamento remoto a nível orbital, no levantamento de áreas reflorestadas, através da interpretação tanto visual quanto automática. O referido estudo desenvolveu-se numa área com aproximadamente 462,100 ha constituída pelos municípios de Ribeirão Preto, Altinópolis, Cravinhos, Serra Azul, Luis Antônio, São Simão, Santa Rita do Passa Quatro e Santa Rosa do Viterbo. Utilizaram-se as imagens fotográficas em papel preto e branco, dos câmaras 5 (0,6 a 0,7 µm) e 7 (0,8 a 1,1 µm) do sensor MSS do LANDSAT na escala de 1:250.000, e as fitas compatíveis com computador (CCT). A análise visual das imagens permitiu o mapeamento de 37.766,00 ha em 1977 e 38.003,75 ha em 1979, com o gêneros Pinus spp e Eucalyptus spp apresentando uma diferença relativa de 237,50 ha entre as duas datas que foi feito o estudo. Os resultados obtidos mostram que os dados do satélite LANDSAT podem ser utilizados, com eficiência, no levantamento de áreas reflorestadas.</i>			
17. Observações  <i>Trabalho submetido para apresentação na 33a. Reunião Anual da SBPC, 8 a 15 de julho de 1981, Salvador-Bahia.</i>			

INDICE

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO ..... 1

CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS ..... 3

2.1 - Localização da área de estudo .....	3
2.2 - Dados do LANDSAT .....	3
2.2.1 - Imagens .....	6
2.2.2 - Fitas .....	7
2.3 - Mapas, cartas e projetos .....	7
2.4 - Sistema I.100 .....	7
2.5 - Metodologia .....	9
2.5.1 - Coleta de informações .....	9
2.5.2 - Interpretação visual .....	10
2.5.3 - Comparação com informações de campo .....	10
2.5.4 - Reinterpretação visual .....	11
2.5.5 - Avaliação .....	11
2.5.6 - Interpretação automática .....	11

CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 15

3.1 - Interpretação visual .....	15
3.1.1 - Legenda .....	15
3.1.2 - Chave de interpretação .....	15
3.2 - Interpretação automática .....	24

CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES ..... 29

4.1 - Interpretação visual .....	29
4.2 - Interpretação automática .....	29

BIBLIOGRAFIA ..... 31

APENDICE A - Distribuição das áreas reflorestadas no ano de 1977, uti  
lizando-se imagens MSS do LANDSAT.

APENDICE B - Distribuição das áreas reflorestadas no ano de 1979, uti  
lizando-se imagens MSS do LANDSAT.

APENDICE C - Comportamento das áreas reflorestadas durante o período  
de 1977 a 1979.

ABSTRACT

The objective of this paper is to evaluate the utilization of remotely sensed orbital data for forestry inventory purposes. The study area encompasses municipalities of Ribeirão Preto, Altinópolis Cravinhos, Serra Azul, Luis Antônio, São Simão, Santa Rita do Passa Quatro e Santa Rosa do Viterbo, in an area of about 462,100 ha. LANDSAT imagery of channel 5 (0.6 ~ 0.7  $\mu\text{m}$ ) and channel 7 (0.8 ~ 1.1  $\mu\text{m}$ ), at the scale 1:250,000, and computer compatible tapes were used. Visual interpretation of LANDSAT imagery showed that 37,766.00 and 38,003.75 ha in 1979 were reforested areas of pine and eucalypt species. An increment of 237.50 ha was found during this 2 year time lapse. The study results show that LANDSAT data can be used efficiently in forestry inventory studies.

LISTA DE FIGURAS

II.1 - Localização da área de estudo em relação à Divisão Administrativa de Ribeirão Preto, (DIRA-RP) .....	4
II.2 - Localização da imagem do satélite LANDSAT que cobre a área de estudo .....	5
II.3 - Sistema Interativo de Análise de Imagem Multiespec- tral (I-100) .....	8
II.4 - Localização da área de estudo, subdividido em 4 módulos ....	13

LISTA DE TABELAS

II.1 - Imagens fotográficas utilizadas na interpretação visual .....	6
II.2 - Fitas utilizadas na interpretação automática .....	7
III.1 - Chave de interpretação .....	16
III.2 - Indicação da porcentagem de ocorrência de reflorestamento em 1977 e 1979, por município .....	19
III.3 - Indicação das áreas de reflorestamentos, que foram cortadas e implantadas entre 1977 e 1979 .....	20
III.4 - Indicação do comportamento do reflorestamento de Eucalyptus entre 1977 e 1979, na área de estudo .....	21
III.5 - Indicação do comportamento do reflorestamento de Pinus en tre 1977 e 1979, na área de estudo .....	22
III.6 - Classificação das condições das áreas reflorestadas, por mu nicípio, em 1977 e 1979 através da interpretação visual ....	23
III.7 - Média das respostas espectrais da classe eucalipto, nos qua tro canais, para a primeira área de treinamento .....	24
III.8 - Matriz de covariância da classe eucalipto para a primeira <u>á</u> rea de treinamento .....	25
III.9 - Média das respostas espectrais das subclasses Eucalipto 1 e eucalipto 2, nos quatro canais, para a segunda área de treinamento .....	25
III.10- Matriz de covariância da subclasse eucalipto 1, para a <u>se</u> gunda área de treinamento .....	26



ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

- III.11 - Matriz de covariância da subclasse eucalipto 2, para a  
segunda área de treinamento ..... 26
- III.12 - Área ocupada pela classe eucalipto na área de estudo .... 27

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

A atividade de reflorestamento apresentava-se inexpressiva até meados de 1966, quando o governo brasileiro, através da política de concessão de incentivos fiscais, possibilitou às pessoas físicas e jurídicas a aplicação na área de reflorestamento.

Desta maneira, o reflorestamento tomou grande impulso, havendo um incremento de 500 mil hectares para 3,8 milhões de hectares até 1979.

Com base nesta situação, tornou-se premente a utilização de técnicas mais avançadas para o monitoramento dos recursos florestais implantados. Surgiram então trabalhos pioneiros, dentre os quais destacam-se os de Hernandez Filho e Shimabukuro (1978) e Hernandez Filho et al (1978), que utilizam os produtos do satélite LANDSAT na avaliação de povoamentos florestais artificiais, em regiões localizadas no nordeste do Estado de São Paulo, com a finalidade de mostrar a viabilidade das imagens orbitais no mapeamento de áreas reflorestadas.

Tentando fornecer maiores subsídios para a aplicação de sensoriamento remoto no campo florestal, este trabalho tem como objetivo mostrar, através da análise visual e automática dos dados temporais do satélite LANDSAT, a viabilidade de monitoramento periódico dos cursos florestais implantados.

## CAPÍTULO II

### MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada a nordeste do Estado de São Paulo, constituída pelos municípios de Santa Rita do Passa Quatro, Santa Rosa do Viterbo, Luis Antônio, São Simão, Serra Azul, Cravinhos, Ribeirão Preto e Altinópolis, pertencentes à Divisão Administrativa de Ribeirão Preto - DIRA-RP (Figura II.1). A área é abrangida pela Folha SP-23 (Rio de Janeiro) da Carta do Brasil ao Milionésimo (IBGE, 1972), encontrando-se entre os paralelos de  $21^{\circ}00'$  e  $22^{\circ}20'$  de Latitude Sul e  $47^{\circ}00'$  e  $48^{\circ}00'$  de Longitude Oeste. A imagem do LANDSAT, de órbita número 178 e ponto 27, abrange totalmente os oito municípios estudados (Figura II.2).

#### 2.2 - DADOS DO LANDSAT

O Sistema LANDSAT (anteriormente conhecido como ERTS), de visão sinóptica e repetitiva, foi desenvolvido para permitir a aquisição de dados, com base nas características espectrais e temporais, sobre a superfície da Terra.

Os satélites da série LANDSAT, lançados em 1972 (L1), 1975 (L2) e 1978 (L3), conduzem basicamente dois tipos de sensores: um imageador multiespectral de varredura de 4 canais (5 no L3) e um sistema de televisão de 3 canais (1 no L3).

Os satélites deslocam-se em uma órbita quase polar, circular, geocêntrica e heliossíncrona, com períodos de 103 minutos. Ao final de 24 horas são realizadas 14 órbitas, de tal maneira que o ciclo de cobertura da Terra dure 18 dias. (Dados mais detalhados podem ser encontrados no Manual da NASA (1972)).

PRECEDING PAGE BLANK NOT FILMED

- 4 -

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

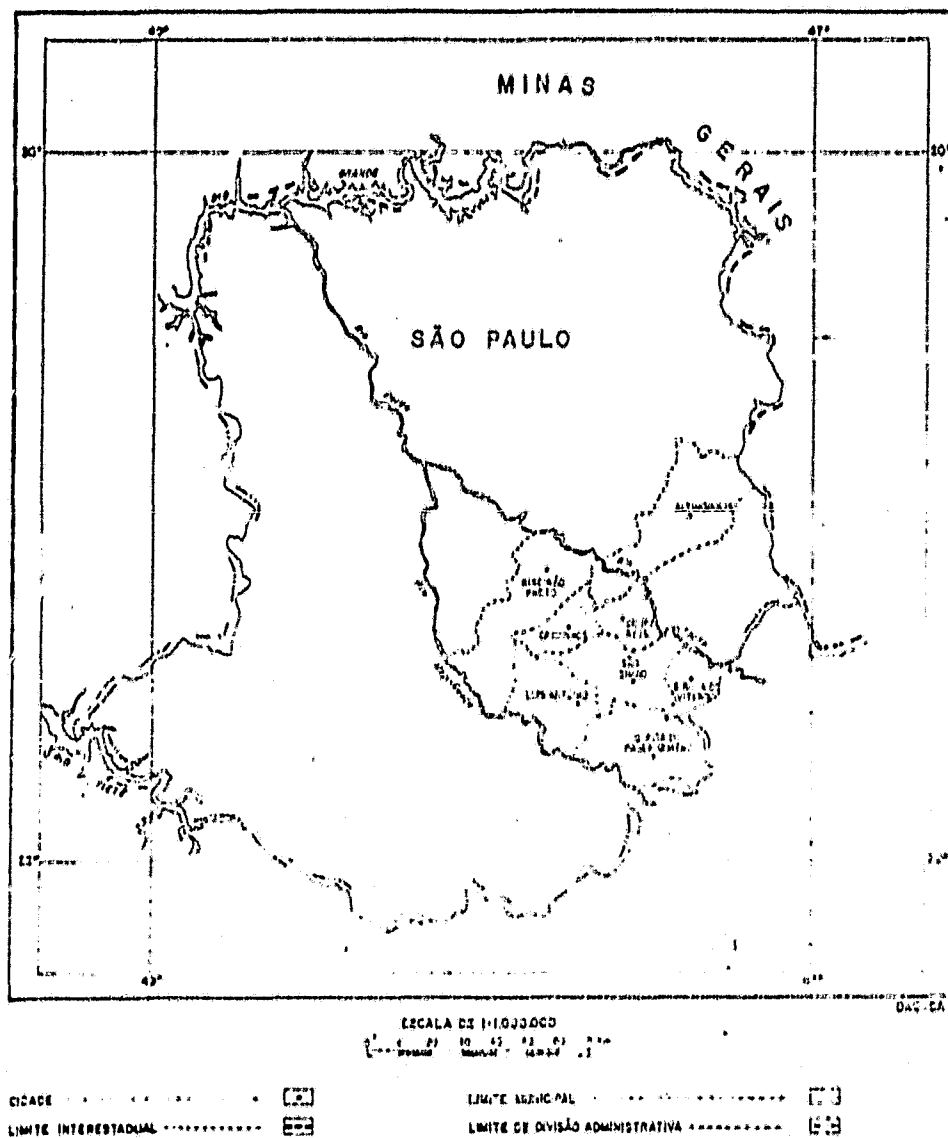


Fig. II.1 - Localização da área de estudo em relação à Divisão Administrativa de Ribeirão Preto (DIRA-RP).

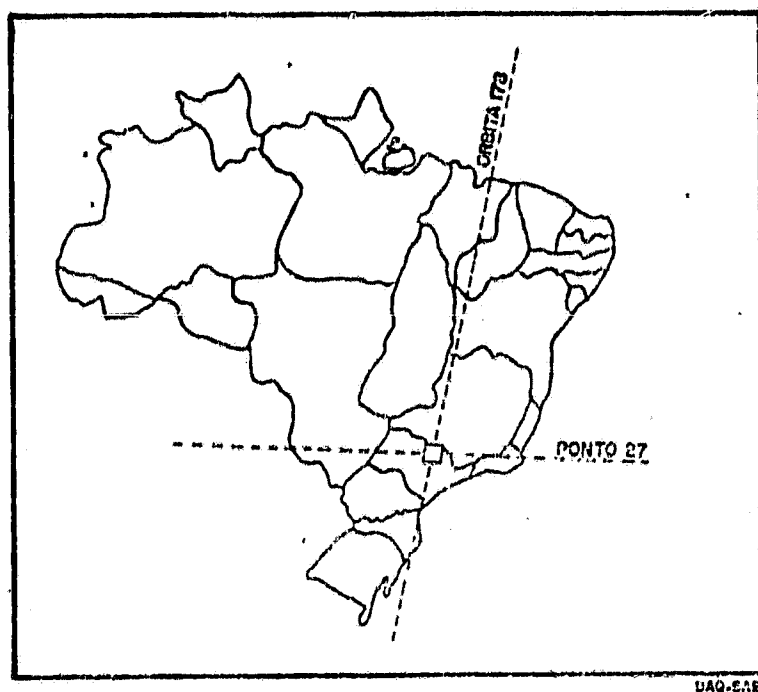


Fig. II.2 - Localização de imagem do satélite LANDSAT que cobre a área de estudo.

A radiação coletada da superfície da Terra, pelo satélite, é decomposta por meio de filtros em 4 conjuntos, nas seguintes bandas espectrais ou canais:

canal 4 de 0,5 a 0,6  $\mu\text{m}$   
canal 5 de 0,6 a 0,7  $\mu\text{m}$   
canal 6 de 0,7 a 0,8  $\mu\text{m}$   
canal 7 de 0,8 a 1,1  $\mu\text{m}$

Os dados coletados, quando transmitidos a estações terrenas de recepção, são gravados e processados, tornando-se disponíveis ao usuário do sistema sob a forma de imagens multiespectrais fotográficas, ou gravadas em fitas compatíveis com o computador.

As informações sobre as características do satélite LANDSAT foram obtidas no documento sobre o Seminário de Sensoriamento Remoto IBGE/INPE, (INPE, 1975), e no Curso de Treinamento: Aplicações de Sensoriamento Remoto, com ênfase em Imagens LANDSAT, no levantamento de recursos naturais (INPE, 1980).

### 2.2.1 - IMAGENS

A Tabela II.1 apresenta as imagens fotográficas utilizadas na interpretação.

TABELA II.1

#### IMAGENS FOTOGRAFICAS UTILIZADAS NA INTERPRETAÇÃO VISUAL

Nº DE IDENTIFICAÇÃO	ÓRBITA E PONTO	DATA	CANAL	TIPO DE APRESENT.	ESCALA
175130-121903	178/27	10/05/75	5 e 7	PAPEL	1:500.000
277182-120611	178/27	01/07/77	5 e 7	PAPEL	1:250.000
279208-122109	178/27	27/07/79	5 e 7	PAPEL	1:250.000
279244-122158	178/27	01/09/79	5 e 7	PAPEL	1:250.000

### 2.2.2 - FITAS

A Tabela II.2 apresenta as fitas utilizadas na interpretação:

TABELA II.2

#### FITAS UTILIZADAS NA INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA

TÍTULO	DATA	ORB/PONT	COORDENADAS DO CENTRO
2.77.182.12.06.11	01/07/77	178/27	S 1° 35' W 47° 36' S 21°

### 2.3 - MAPAS, CARTAS E PROJETOS

Para a identificação de acidentes geográficos, cidades, estradas e informações gerais sobre a área de estudo, utilizaram-se os seguintes mapas e cartas:

- . Carta do Brasil ao Milionésimo (IBGE-1972).
- . Carta do Brasil - escala 1:50.000 (IBGE-1973).
- . Mapas de áreas reflorestadas.
- . Anexos de projetos de reflorestamentos.
- . Mapa da Divisão Administrativa e Judiciária do Estado de São Paulo.

### 2.4 - SISTEMA I.100

A principal função do sistema Interativo de Análise de Imagem Multiespectral (Sistema I.100) (Figura II.3) é extrair informação temática de imagens multiespectrais. Uma função secundária é realçar essas imagens, permitindo destacar contrastes entre alvos de interesse. (General Electric, Company, 1975).

ORIGINAL PAGE  
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

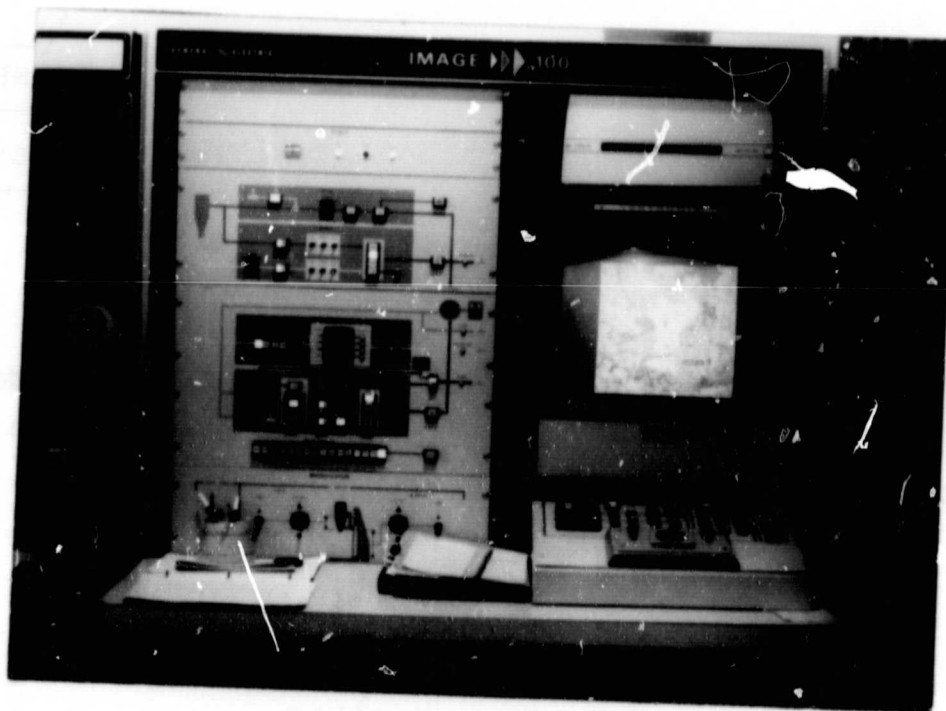


Fig. II.3 - Sistema interativo de Análise de Imagem Multiespectral  
(Sistema I.100).



O sistema I.100 realiza a classificação automática de imagens segundo um método supervisionado (podendo ser suprido através de programação, o método não supervisionado) através do qual, o analis<sup>ta</sup> fornece informações prévias ao sistema por meio de áreas de treina<sup>mento</sup>, a fim de que a interpretação possa ser realizada e posteriormen<sup>te</sup> avaliada.

O Sistema I-100 realiza a classificação automática das feições contidas em imagens orbitais (fitas compatíveis com o computa<sup>dor</sup> - CCT), fotos aéreas convencionais, infravermelho ou coloridas na forma de transparências, ou em fitas digitalizadas (Tardin et al., 1976).

## 2.5 - METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da metodologia deste trabalho, de<sup>finiram-se</sup> as seguintes etapas: coleta de informações, interpretação vi<sup>sual</sup>, comparação com informações de campo, reinterpretação visual, ava<sup>liação</sup> e tratamento automático.

### 2.5.1- COLETA DE INFORMAÇÕES

Levantaram-se dados gerais da área de estudo para ob<sup>ter</sup> uma orientação de sua localização. Utilizaram-se as cartas topogrā<sup>ficas</sup> do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (1972), na escala de 1:50.000, para localizar os limites intermunicipais na imagem LANDSAT.

Usou-se a Carta do Brasil ao Milionésimo, para se ex<sup>trair</sup> informações de localização e nome das cidades.

Utilizaram-se as plantas de áreas reflorestadas, com o objetivo de esclarecer dúvidas quanto a alguma dificuldade de carac<sup>terização</sup> de determinados alvos florestais.

### 2.5.2 - INTERPRETAÇÃO VISUAL

Nesta etapa, utilizaram-se imagens de 01/07/77, 27/07/79 e 01/09/79, na escala de 1:250.000, dos canais 5 e 7, onde foram delimitados os municípios da área de estudo. Definiram-se e delimitaram-se classes preliminares de reflorestamento por município, em função de três elementos de fotointerpretação, que são:

- 1) tonalidade: tom de cinza que representa o alvo da imagem;
- 2) textura: variação de tons de cinza no alvo;
- 3) característica temporal: comportamento espectral do alvo em imagens de diferentes passagens do satélite.

Classificou-se a tonalidade nas seguintes classes:

- CE - cinza escuro.
- CE<sub>m</sub> - cinza escuro, com mosqueados de outros tons de cinza.
- CC<sub>m</sub> - cinza claro, com mosqueados de outros tons de cinza.
- CM - cinza médio.
- CM<sub>m</sub> - cinza médio, com mosqueados de outros tons de cinza.
- CC - cinza claro.

Classificou-se a textura nas seguintes classes:

- L - textura lisa - apresenta o mesmo tom de cinza.
- M - textura média - apresenta suave variação de tons de cinza.
- G - textura grosseira - apresenta abrupta variação de tons de cinza.

### 2.5.3 - COMPARAÇÃO COM INFORMAÇÕES DE CAMPO

Os mapas preliminares das unidades de reflorestamento, gerados na etapa anterior, foram comparados com as plantas das áreas reflorestadas, pertencentes às empresas do IBDF, com a finalidade de constatar a veracidade das áreas mapeadas e esclarecer dúvidas levantadas durante a interpretação visual.

#### 2.5.4 - REINTERPRETAÇÃO VISUAL

Nesta etapa, em função das informações de campo, retificaram-se algumas áreas definidas durante a interpretação visual, na qual foram esclarecidas as dúvidas, possibilitando a apresentação de um mapa final discriminatório das classes estabelecidas através de uma legenda e uma chave de interpretação.

#### 2.5.5 - AVALIAÇÃO

Nesta etapa, quantificaram-se as unidades de mapeamento através de uma malha milimetrada, e os resultados foram apresentados em hectares, por município, na área de estudo. Classificaram-se as áreas segundo o grau de caracterização nas imagens do LANDSAT. Assim sendo, definiram-se três classes:

- 1) Classe A - boa caracterização;
- 2) Classe B - caracterização regular;
- 3) Classe C - péssima caracterização.

#### 2.5.6 - INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA

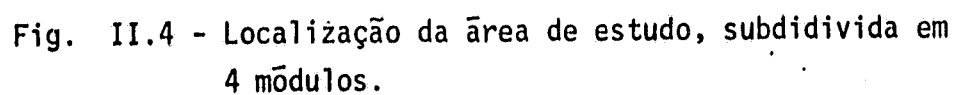
A interpretação automática foi feita através do Sistema I.100, utilizando-se fitas CCT do LANDSAT, e desenvolvida em três fases: preparação dos dados, aquisição de assinaturas e classificação da área de estudo.

Na fase de preparação dos dados, fez-se inicialmente, a localização da área de estudo nos dados digitalizados da fita CCT. Carregou-se a imagem na tela do I.100, na escala aproximada de 1:700.000, e localizou-se a área de estudo com o auxílio da imagem em papel, utilizada na interpretação visual. A seguir, parte da imagem foi ampliada na escala de 1:250.000, e a área de estudo ficou compreendida em 4 môdulos (Figura II.4). Fez-se a delimitação dessa área nos môdulos, transferindo-se os limites feitos na imagem em papel para a imagem na tela.

Nesta etapa foram definidas também duas áreas de treinamento, uma para os módulos 1 e 2, e outra para os módulos 3 e 4.

Realizou-se a aquisição de assinaturas nas áreas de treinamento, na escala de 1:100.000. Esta etapa consistiu na escolha de amostras de treinamento para as classes de reflorestamento, e também para as classes auxiliares, visando um melhor desempenho do classificador. Fez-se a escolha dessas amostras, baseando-se em informações de mapas de reflorestamentos e análise visual das imagens do LANDSAT.

Fez-se a classificação da área de estudo nos módulos, utilizando-se o programa de classificação "MAXVER" - Máxima Verossimilhança - (Velasco et al., 1978) e o programa de pós-processamento "Uniformização de temas", e fez-se o cálculo através do programa "THEME AREAS".



### CAPÍTULO III

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 - INTERPRETAÇÃO VISUAL

Em função das características dos alvos apresentados no campo e nas imagens multiespectrais, definiram-se a legenda e a chave de interpretação.

#### 3.1.1 - LEGENDA

A análise visual das imagens aliada às informações de campo proporcionaram o estabelecimento de suas classes de reflorestamento. A medida que o reflorestamento cobriu totalmente o solo, as variações relativas à idade, altura, espécie, ao espaçamento e desbaste do plantio não exerceram influência na caracterização das classes, sendo definidas as seguintes classes:

- PA - reflorestamento de *Pinus*, com plantio bem uniforme\*.
- PB - reflorestamento de *Pinus*, com o plantio apresentando uniformidade regular.
- PC - reflorestamento de *Pinus*, com o plantio heterogêneo.
- EA - reflorestamento de *Eucalyptus*, com o plantio apresentando uniformidade regular.
- EC - reflorestamento de *Eucalyptus*, com o plantio bem heterogêneas.

#### 3.1.2 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO

A chave de interpretação foi baseada na tonalidade e textura apresentada nos canais 5 e 7 do MSS, conforme apresentado na Tabela III.1.

---

\* O plantio é uniforme quando praticamente não possui folhas e reboleras sem exposição de solo.

TABELA III.1

CHAVE DE INTERPRETAÇÃO

CLASSE	TONALIDADE		TEXTURA	
	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7
PA	CE	CM/CE	L	L
PB	CEm	CMm/CEm	M	M
PC	CCm	CCm/CEm	G	G
EA	CE	CC/CM	L	L
EB	CEm	CMm	M	M
EC	CCm	CMm	G	G

A chave de interpretação mostra que no canal 5, a classe PA tem a mesma tonalidade que a EA, enquanto a classe PB é igual à EB, o mesmo acontecendo com a classe PC em relação à EC.

Verificou-se que a tonalidade dessas classes no canal 7 permite uma separabilidade entre elas. Todavia, o elemento textura contribui de forma positiva para a discriminação das classes, não apresentando nenhuma dificuldade quanto ao esclarecimento delas. Além disso, analisaram-se os aspectos temporais e espaciais para auxiliar a caracterização das classes estabelecidas.

Os mapeamentos das classes em 1977, 1979 e 1977/1979 apresentam-se nos Apêndices A, B e C, respectivamente. O mapeamento de 1977 mostra uma concentração de áreas reflorestadas nos municípios de São Simão e Santa Rita do Passa-Quatro, havendo predominância das áreas reflorestadas com *Eucalyptus* em relação àquelas com *Pinus*. O mapeamento de 1979 evidencia um quadro pouco diferente do resultado de

1977, apresentando algumas alterações em áreas reflorestadas com *Eucalyptus* principalmente no município de Altinópolis.

O mapeamento de 1977/1979 mostra uma distribuição espacial do reflorestamento, bem como a localização das áreas que foram cortadas e plantadas. A indicação da percentagem de ocorrência de reflorestamento nesse período pode ser verificada na Tabela III.2, a qual evidencia uma pequena alteração. Em 1977 a área de estudo apresentou 7,69% de área reflorestada, enquanto em 1979, passou à 7,88%.

Os municípios de São Simão, Serra Azul e Altinópolis sofreram um decréscimo de área reflorestada de 1977 para 1979, enquanto os municípios de Ribeirão Preto, Cravinhos e Santa Rosa do Viterbo permaneceram com valores inalterados. Já os municípios de Santa Rita do Passa-Quatro e Luis Antonio tiveram acréscimo em suas áreas plantadas.

A Tabela III.3 apresentaram os valores, em hectares, das áreas reflorestadas, que foram cortadas e implantadas entre 1977 e 1979 para cada município. Os sinais (-) e (+) indicam a diminuição e o aumento do reflorestamento entre os dois períodos.

Verifica-se que nos municípios de Cravinhos, Ribeirão Preto e Santa Rosa do Viterbo não houve nenhuma alteração, enquanto no de Serra Azul, as áreas de reflorestamento foram somente cortadas. Nos municípios de Santa Rita do Passa-Quatro, São Simão, Luis Antônio e Altinópolis, ocorreram áreas cortadas e áreas implantadas.

A Tabela III.4 apresenta o comportamento das áreas reflorestadas com *Eucalyptus* entre 1977 e 1979. O incremento em área reflorestada com *Eucalyptus* ocorreu somente nos municípios de Santa Rita do Passa-Quatro e Luis Antônio, enquanto foi encontrada uma diminuição em São Simão, Serra Azul e Altinópolis.



Em relação ao reflorestamento com *Pinus*, a Tabela III.5 apresenta a situação de estudo entre 1977 e 1979. Nos municípios de São Simão, Cravinhos e Altinópolis não houve alteração na área reflorestada, sendo que nos demais municípios não foi constatado o reflorestamento com *Pinus*.

A Tabela III.6 apresenta a classificação das áreas reflorestadas em função do grau de homogeneidade do plantio. A numeração e localização destas áreas podem ser observadas nos Apêndices A, B e C.

O número total de áreas enumeradas, conforme a Tabela III.6, atinge 57, percebendo-se, entretanto que em 1977 foram mapeadas 51 áreas reflorestadas, das quais 30 apresentaram boa caracterização; 10, caracterização regular, e 8, difícil caracterização. Em 1979, foram mapeadas 50 áreas de reflorestamento, das quais 32 apresentaram boa caracterização; 10, caracterização regular; e 8 difícil caracterização. Assim, nota-se entre 1977 e 1979 um incremento através de 7 áreas plantadas, e também a ocorrência de 6 áreas cortadas.

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

TABELA III.2

INDICAÇÃO DA PERCENTAGEM DE OCORRÊNCIA DE REFLORESTAMENTO EM 1977 E 1979, POR MUNICÍPIO

MUNICÍPIO	ÁREA DO MUNICÍPIO (ha)	ÁREA DO REFLORESTA- MENTO (ha) em 1977	ÁREA DO REFLORESTA- MENTO (ha) em 1979	% EM 1977	% EM 1979
SANTA RITA DO PASSA-QUATRO	75.600,00	8.600,00	9.012,50	11,37	11,92
SAO SIBRI	53.400,00	9.302,25	9.295,00	14,67	14,65
LUIS ANTONIO	53.600,00	2.937,00	3.556,25	4,69	5,55
SERRA AZUL	27.900,00	3.167,00	2.575,00	11,29	9,22
CRAVINHOS	31.300,00	550,00	600,00	1,62	1,62
ALINOPOLIS	91.200,00	7.111,25	7.183,75	7,65	7,62
RIBEIRAO PRETO	105.700,00	4.237,50	4.387,50	4,15	4,15
SANTA ROSA DO VITERBO	23.900,00	1.377,50	1.387,50	7,87	7,87
TOTAL	491.100,00	37.765,00	38.093,50	7,59	7,89

TABELA III.1

INDICAÇÃO DAS ÁREAS DE REFLORESTAMENTOS, QUE FORAM CORTADOS E  
IMPLANTADAS ENTRE 1977 E 1979.

MUNICÍPIO	ÁREA DE REFLORESTAMEN- TO CORTADA (ha)	ÁREA DE REFLORESTAMEN- TO PLANTADA (ha)	DIFERENÇA ENTRE REFLO- RESTAMENTO CORTADO E PLANTADO (ha)
SANTA RITA DO PASSA QUATRO	(-) 100,00	(+) 512,50	(+) 412,50
SÃO SIMÃO	(-) 275,00	(+) 268,75	(-) 6,25
LUIS ANTONIO	(-) 125,00	(+) 743,75	(+) 618,75
SERRA AZUL	(-) 575,00	-	(-) 575,00
CRAVINHOS	-	-	-
ALTINOPOLIS	(-) 1.075,00	(+) 1.002,50	(-) 212,50
RIBEIRÃO PRETO	-	-	-
STA ROSA DO VITERBO	-	-	-
TOTAL	(-) 2.950,00	(+) 3.107,50	(+) 237,50

TABELA III,4

INDICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO REFLORESTAMENTO DE EUCALYPTOS ENTRE 1977  
E 1979, NA ÁREA DE ESTUDO

MUNICÍPIO	ÁREA DE REFLORESTAMEN TO DE EUCALIPTUS EM 1977 (ha)	ÁREA DE REFLORESTAMEN TO DE EUCALIPTUS EM 1979 (ha)	DIFERENÇA DE REFLORES TAMENTO DE EUCALIPTUS ENTRE 1977 e 1979 (ha)
STA RITA DO PASSA QUATRO	8.600,00	9.012,50	(+) 412,50
SÃO SIMÃO	9.092,25	9.086,00	(-) 6,25
LUIS ANTONIO	2.937,50	3.556,25	(+) 618,75
SERRA AZUL	3.150,00	2.575,00	(-) 575,00
CRAVINHOS	543,75	543,75	-
ALTINÓPOLIS	7.256,25	7.043,75	(-) 212,50
RIBEIRÃO PRETO	4.387,50	4.387,50	-
STA ROSA DO VITERBO	1.387,50	1.387,50	-
TOTAL	37.354,75	37.592,25	(+) 237,50

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

TABELA III.5

INDICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO REFLORESTAMENTO DE PINUS ENTRE 1977 E 1979, NA ÁREA DE ESTUDO

MUNICÍPIO	ÁREA DE REFLORESTAMENTO DE PINUS EM 1977 (ha)	ÁREA DE REFLORESTAMENTO DE PINUS EM 1979 (ha)	DIFERENÇA DE REFLORESTA- MENTO DE PINUS ENTRE 1977 e 1979 (ha)
STA RITA DO PASSA QUÁ- TRO.	-	-	-
SÃO SIMÃO	210,00	210,00	-
LUIS ANTÔNIO	-	-	-
CRAVINHOS	56,25	56,25	-
ALTINÓPOLIS	145,00	145,00	-
RIBEIRÃO PRETO	-	-	-
STA ROSA DO VITERBO	-	-	-
TOTAL	411,25	411,25	-

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY.

TABELA III.6

CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS ÁREAS REFLORESTADAS, POR MUNICÍPIO, EM  
1977 E 1979 ATRAVÉS DE INTERPRETAÇÃO VISUAL

Nº DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA REFLORESTADA.	MUNICÍPIO	CLASSIFICAÇÃO (1977)			CLASSIFICAÇÃO (1979)		
		CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C
1	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
2	LUIS ANTONIO	-	-	-	EA	-	-
3	SÃO SIMÃO	-	ED	-	-	ED	-
4	SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
5	LUIS ANTONIO	EA	-	-	EA	-	-
6	LUIS ANTONIO	EA	-	-	EA	-	-
7	STA RITA DO PASSA QUATRO	EA	-	-	EA	-	-
8	STA RITA, LUIS ANTONIO, SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
9	STA RITA DO PASSA QUATRO	EA	-	-	EA	-	-
10	LUIS ANTONIO	EA	-	-	EA	-	-
11	STA RITA PASSA QUATRO, SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
12	STA RITA DO PASSA QUATRO	EA	-	-	EA	-	-
13	RIOBRANCO	EA	-	-	EA	-	-
14	ESTERILIZADO, SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
15	STA RITA DO PASSA QUATRO	EA	-	-	EA	-	-
16	STA RITA DO PASSA QUATRO	EA	-	-	EA	-	-
17	LUIS ANTONIO, SÃO SIMÃO	-	-	-	EA	-	-
18	STA RITA DO PASSA QUATRO	EA	-	-	EA	-	-
19	STA RITA DO PASSA QUATRO	-	-	-	EA	-	-
20	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
21	ALTINÓPOLIS	-	ED	-	-	ED	-
22	ALTINÓPOLIS	-	ED	-	-	ED	-
23	SERRA AZUL	-	ED	-	-	ED	-
24	ALTINÓPOLIS	-	-	-	EA	-	-
25	ALTINÓPOLIS	-	ED	-	-	ED	-
26	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
27	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
28	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
29	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
30	ALTINÓPOLIS	EA	-	-	EA	-	-
31	SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
32	SÃO SIMÃO	-	ED	-	-	ED	-
33	STA RITA DO PASSA QUATRO	-	ED	-	-	ED	-
34	STA ROSA DO VITERBO	EA	-	-	EA	-	-
35	SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
36	STA ROSA DO VITERBO	EA	-	-	EA	-	-
37	STA ROSA DO VITERBO	EA	-	-	EA	-	-
38	LUIS ANTONIO	EA	-	-	EA	-	-
39	STA RITA DO PASSA QUATRO	-	ED	-	-	ED	-
40	SÃO SIMÃO	-	ED	-	-	ED	-
41	SERRA AZUL	-	ED	-	-	ED	-
42	SERRA AZUL	-	-	EC	-	-	EC
43	CRAVINHOS, S. SIMÃO	EA	-	-	-	-	EC
44	CRAVINHOS	-	-	EC	-	-	EC
45	SÃO SIMÃO	-	ED	-	-	-	EC
46	SÃO SIMÃO	-	-	EC	-	-	EC
47	SÃO SIMÃO	-	-	EC	-	-	EC
48	SÃO SIMÃO	EA	-	-	-	ED	-
49	SÃO SIMÃO	EA	-	-	EA	-	-
50	ALTINÓPOLIS	-	-	EC	-	-	-
51	ALTINÓPOLIS	-	-	EC	-	-	-
52	LUIS ANTONIO	EA	-	-	-	-	-
53	SÃO SIMÃO	-	-	EC	-	-	-
54	STA RITA DO PASSA QUATRO	-	-	EC	-	-	-
55	SERRA AZUL	-	-	EC	-	-	-
56	ALTINÓPOLIS	-	-	-	-	ED	-
57	SÃO SIMÃO	-	-	EC	-	-	-
TOTAL		24	12	11	22	10	8

### 3.2 - INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA

Realizou-se a classificação automática utilizando-se duas assinaturas ou parâmetros do classificador "MAXVER". Uma assinatura para os módulos 1 e 2, e a outra para os módulos 3 e 4. Adotou-se este procedimento levando-se em consideração a definição das classes a serem interpretadas, e a escolha de amostras de treinamento para essas classes.

A seguir, apresentam-se os parâmetros (média e matriz de covariância), que definem as classes de reflorestamento, e a classificação de toda a área de estudo.

#### PARÂMETROS ESPECTRAIS OBTIDOS NAS ÁREAS DE TREINAMENTO

Definiram-se duas áreas de treinamento, onde obtiveram-se as assinaturas para a classificação da área de estudo.

As Tabelas III.7 e III.8 apresentam a média das respostas espectrais das classes Eucalipto, nos 4 canais, e a matriz de covariância da classe Eucalipto, respectivamente, para a primeira área de treinamento.

TABELA III.7

MÉDIA DAS RESPOSTAS ESPECTRAIS DA CLASSE EUCALIPTO, NOS QUATRO CANAIS,  
PARA A PRIMEIRA ÁREA DE TREINAMENTO

CANAL CLASSE	4	5	6	7
EUCALIPTO	11,34	12,08	55,23	53,08

TABELA III.3

MATRIZ DE COVARIÂNCIA DA CLASSE EUCALIPTO PARA A PRIMEIRA ÁREA DE TREINAMENTO

CANAIS	4	5	6	7
4	2,73	1,52	1,79	2,57
5	1,52	5,32	- 0,16	- 0,82
6	1,79	- 0,16	34,62	31,90
7	2,57	- 0,82	31,90	42,85

Na segunda área de treinamento fez-se necessário definir duas subclasses de Eucalipto (Eucalipto 1 e Eucalipto 2), com base nas respostas espectrais dos canais 6 e 7 do MSS do LANDSAT.

A Tabela III.9 apresenta a média das respostas espectrais das subclasses Eucalipto 1 e Eucalipto 2, nos 4 canais; as Tabelas III.10 e III.11 apresentam as matrizes de covariância das subclasses Eucalipto 1 e Eucalipto 2, respectivamente, para a segunda área de treinamento.

TABELA III.9

MÉDIA DAS RESPOSTAS ESPECTRAIS DAS SUBCLASSES EUCALIPTO 1 E EUCALIPTO 2, NOS QUATRO CANAIS, PARA A SEGUNDA ÁREA DE TREINAMENTO

<div>CANAL CLASSE</div>	4	5	6	7
EUCALIPTO 1	8,54	9,24	48,66	48,97
EUCALIPTO 2	8,83	10,02	34,75	31,78



TABELA III.10

MATRIZ DE COVARIÂNCIA DA SUBCLASSE EUCALIPTO 1, PARA A SEGUNDA ÁREA DE  
TREINAMENTO

CANAIS	4	5	6	7
4	2,51	0,54	- 0,46	0,15
5	0,54	2,23	0,30	-0,33
6	-0,46	0,30	21,40	19,40
7	0,15	-0,33	19,40	27,23

TABELA III.11

MATRIZ DE COVARIÂNCIA DA SUBCLASSE EUCALIPTO 2, PARA A SEGUNDA ÁREA DE  
TREINAMENTO

CANAIS	4	5	6	7
4	3,03	1,10	- 0,30	- 0,31
5	1,10	4,22	0,86	0,05
6	- 0,30	0,86	19,98	19,81
7	- 0,31	0,05	19,81	27,36

### CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Com base nos parâmetros espectrais obtidos nas áreas de treinamento, realizou-se uma classificação para toda a área de estudo.

Nesta classificação, levou-se em consideração apenas a classe Eucalipto, tendo em vista que a classe *Pinus* não apresentava áreas representativas para coletas de amostras na região de estudo.

A Tabela III.12 apresenta a área ocupada por reflorestamento de *Eucalyptus* na área de estudo.

TABELA III.12

### ÁREA OCUPADA PELA CLASSE EUCALIPTO NA ÁREA DE ESTUDO

CLASSE MÓDULO	EUCALIPTO
1	56,10 ha
2	3.132,40 ha
3	10.858,90 ha
4	23.317,10 ha
TOTAL	37.364,50 ha

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÕES

#### 4.1 - INTERPRETAÇÃO VISUAL

Através da análise visual das imagens do LANDSAT, chegaram-se às seguintes conclusões:

- Foi possível realizar o monitoramento das áreas de reflorestamento por município.
- Houve aumento de 3187,5 ha e um corte de 2.950,00 ha nas áreas reflorestadas na região de estudo.
- Houve um incremento positivo de áreas reflorestadas, na região de estudo.
- Houve um incremento positivo de áreas reflorestadas, atingindo 237.50 ha, que corresponde a 0.20% da área de estudo.
- Não houve modificação nas áreas reflorestadas dos municípios de Cravinhos, Santa Rosa do Viterbo e Ribeirão Preto.
- Ocorreram áreas cortadas e implantadas nos municípios de Santa Rita do Passa-Quatro, São Simão, Luis Antônio e Altinópolis, enquanto no município de Serra Azul houve somente área de reflorestamento cortada.
- O reflorestamento com *Pinus* não apresentou nenhuma alteração com relação à área.

#### 4.2 - INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA

A análise automática da área de estudo mostrou que:

- Foi possível a classificação do gênero *Eucalyptus*.
- As variações espectrais na classe Eucalipto, provocaram a subdivisão dessa classe.

- Os canais 6 e 7 serviram para definir as subclasse Eucalipto 1 (bem definida nos canais 6 e 7) não apresentou confusão com ou tros alvos.
- A subclasse Eucalipto 2, por ser mais heterogênea, confundiu-se com outros alvos do tipo florestal.
- Os reflorestamentos do gênero *Pinus* não foram classificados, pois não havia áreas representativas para a coleta de amostras de treinamento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GENERAL ELECTRIC COMPANY. Image-100. *Interactive Multispectral Image Analysis System*. User Manual. Daytona, 1975.
- HERNANDEZ FILHO, P. e SHIMABUKURO, Y.E. *Estabelecimento de metodologia para avaliação de povoamentos florestais artificiais, utilizando -se dados do LANDSAT*. São José dos Campos, Jun., 1978. (INPE-1271-TPT/089).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E. e SANTANA, C.C. de *Relatório das Atividades do Projeto IBDF/INPE (Sub-projeto Reflorestamento durante o ano de 1978*. São José dos Campos, INPE, dezembro de 1978 (INPE-1408-NTE/141).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) *Carta do Brasil ao Milionésimo*. Rio de Janeiro, 1972.
- *Carta do Brasil*. Rio de Janeiro, Escala 1:50.000, 1973.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Seminário de Sensoriamento Remoto*. IBGE/INPE. São José dos Campos, Jan., 1975.
- "Curso de Treinamento: *Aplicações de Sensoriamento Remoto, com ênfase em imagens LANDSAT, no levantamento de recursos naturais*. São José dos Campos, INPE, nov., 1980. (INPE-1949-MD/006).
- NASA. *Data User Handbook-ERTIS*. Baltimore, Goodard Space Fligh Center, 1972.
- TARDIN, A.T.; PALESTINO, C.V.B.; SONNENBURG, C.R. *Levantamento de Áreas ocupadas por Café e Trigo no Noroeste do Paraná por Análise Automática de Dados do Satélite LANDSAT*. São José dos Campos, Maio, 1976 (875-NTE/065).
- VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema Maxver*. São José dos Campos, INPE, Jul., 1978 (INPE-1315-NTI/110).

APENDICE A

DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS REFLORESTADAS NO ANO DE 1977, UTILIZANDO-SE IMAGENS MSS DO LANDSAT.

CNPq - INPE

FOLDOUT FRAME

DISTRIBUIÇÃO DAS Á  
1977, UTILIZANDO

LEGENDA:

EUCALIPTUS

PINUS



48°00'W

21°00'S

# DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS REFLORESTADAS NO ANO DE 1977, UTILIZANDO-SE IMAGENS MSS DO LANDSAT

DATA DA PASSAGEM  
01/07/1977

ESCALA: 1:250.000



LEGENDA:

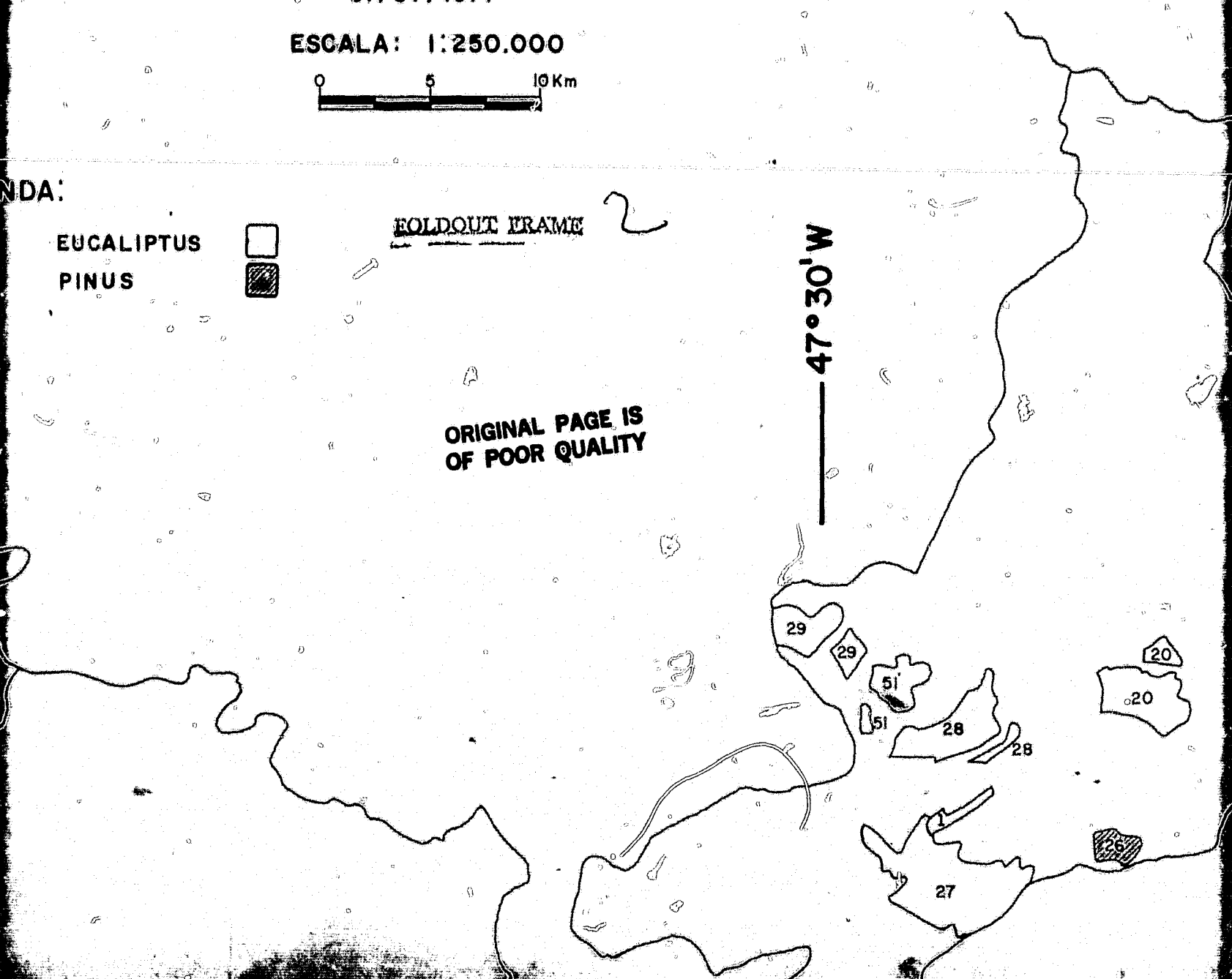
EUCALIPTUS  
PINUS



EXCLUDED FRAME 2

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

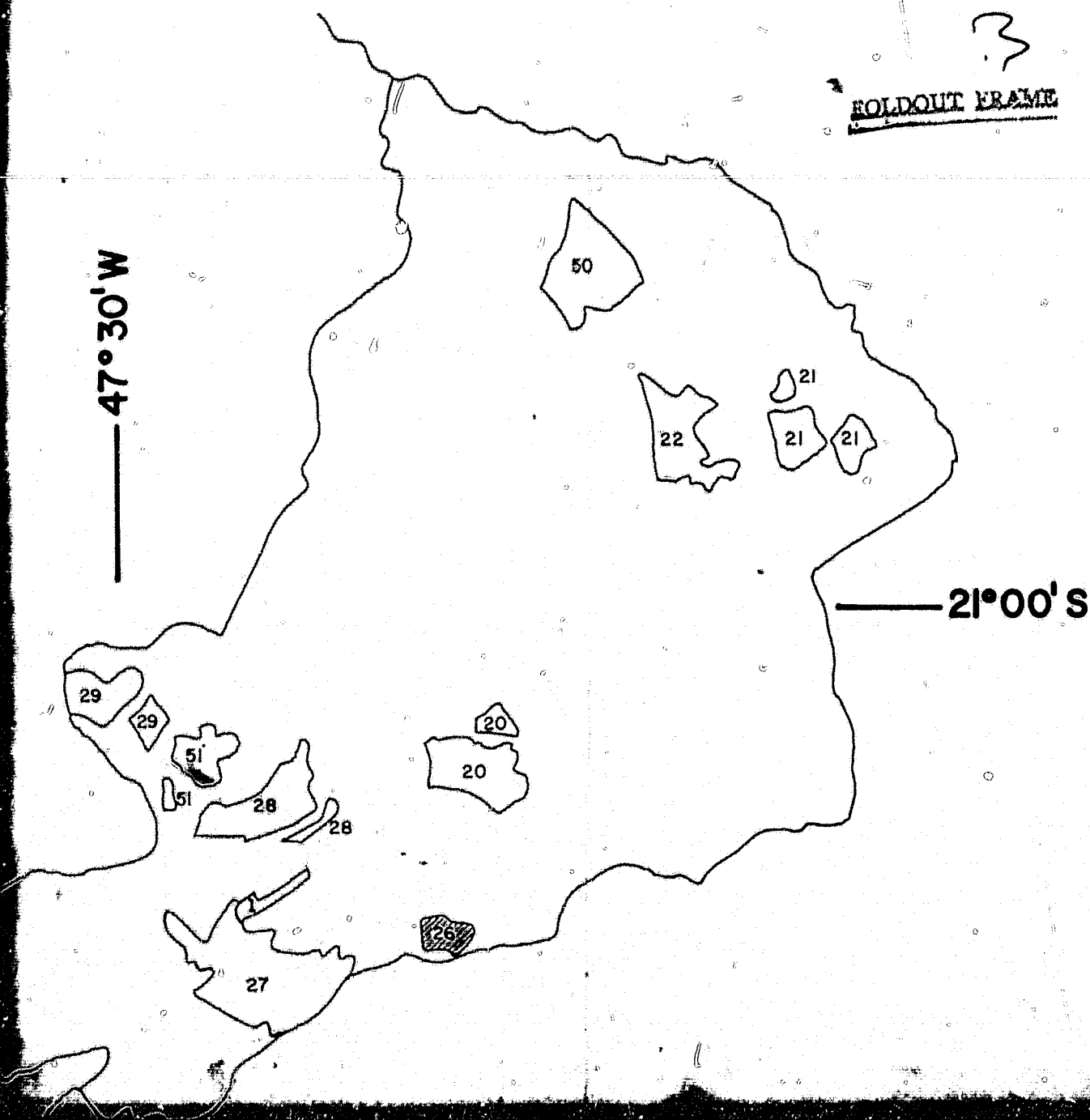
47° 30' W





# APÊNDICE · A

NO ANO DE  
LANDSAT

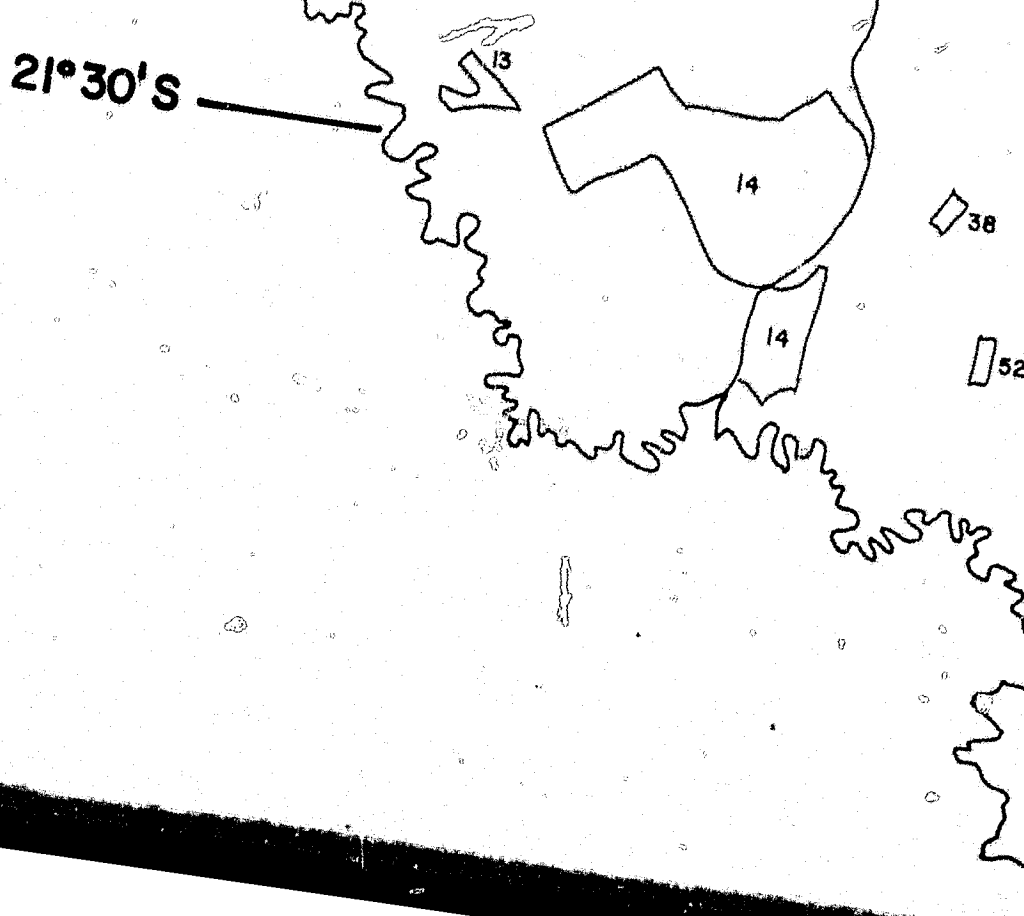


BOLDOUT FRAME

4

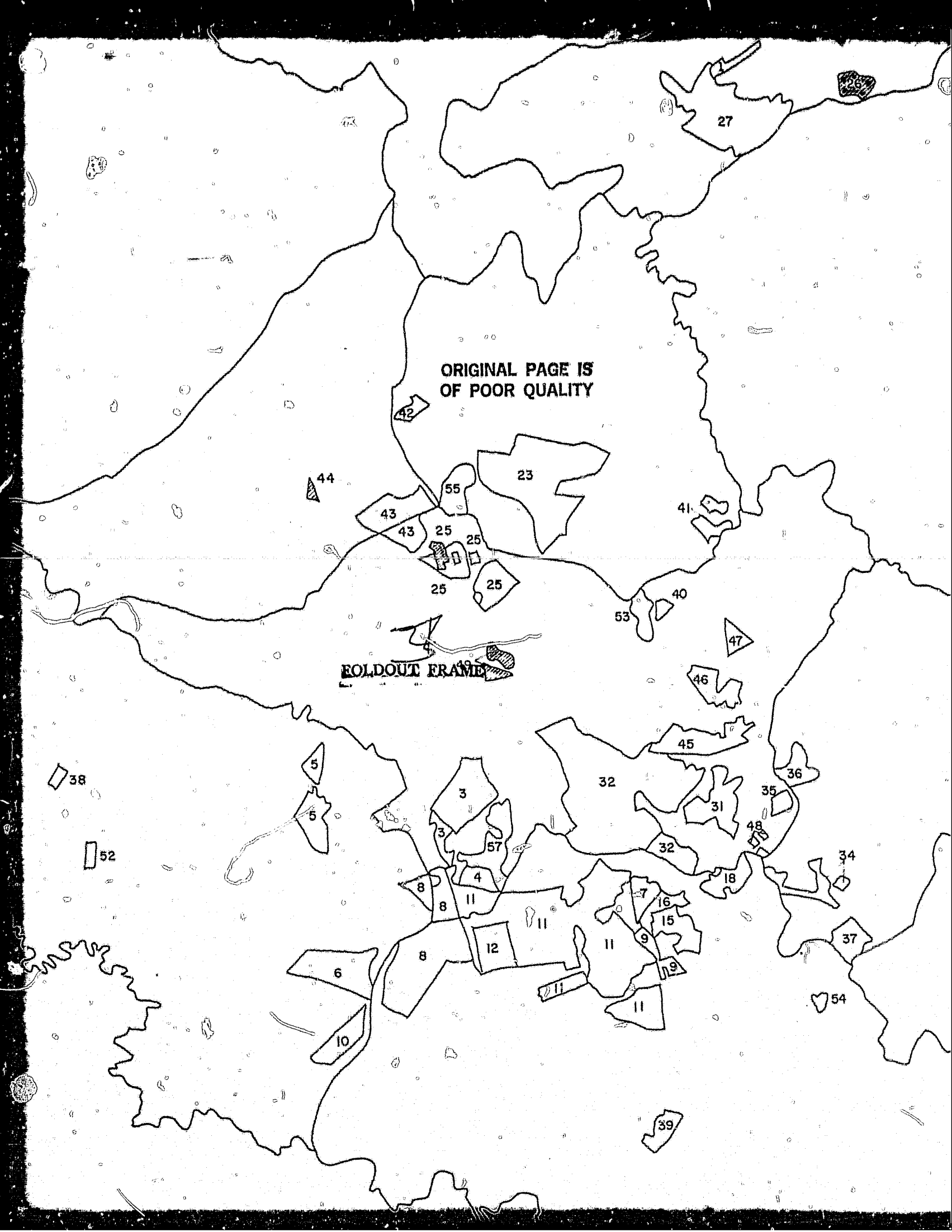
ORIGINAL PAGE IS  
ON POOR QUALITY

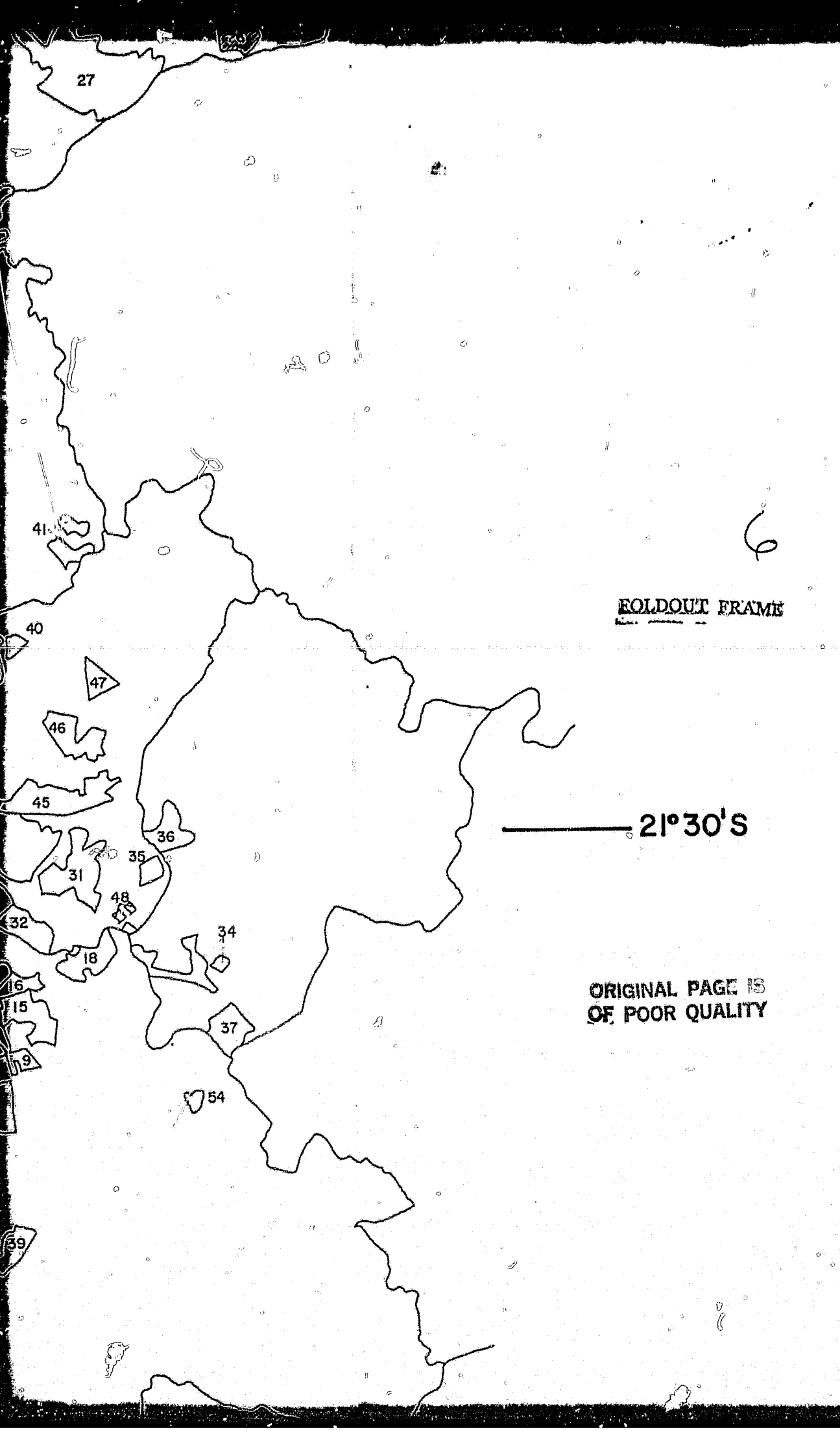
21°30'S



ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

OLDOUT FRAME





6

FOLDOUT FRAME

21°30'S

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

21°30'S

14

38

14

52

48°00'W

7  
FOLDOUT FRAME

ORIGINAL PAGE  
OF POOR QUALITY



FOURTH ESTATE

8

APÊNDICE B

DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS REFLORESTADAS NO ANO DE 1979, UTILIZANDO-SE IMAGENS DO LANDSAT

CNPq - INPE

EXCISE FRAME

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS  
1979, UTILIZANDO-SE

LEGENDA:

EUCALIPTUS

PINUS



48°00' W

21°00' S





# ÁREAS REFLORESTADAS NO ANO DE DO-SE IMAGENS MSS DO LANDSAT

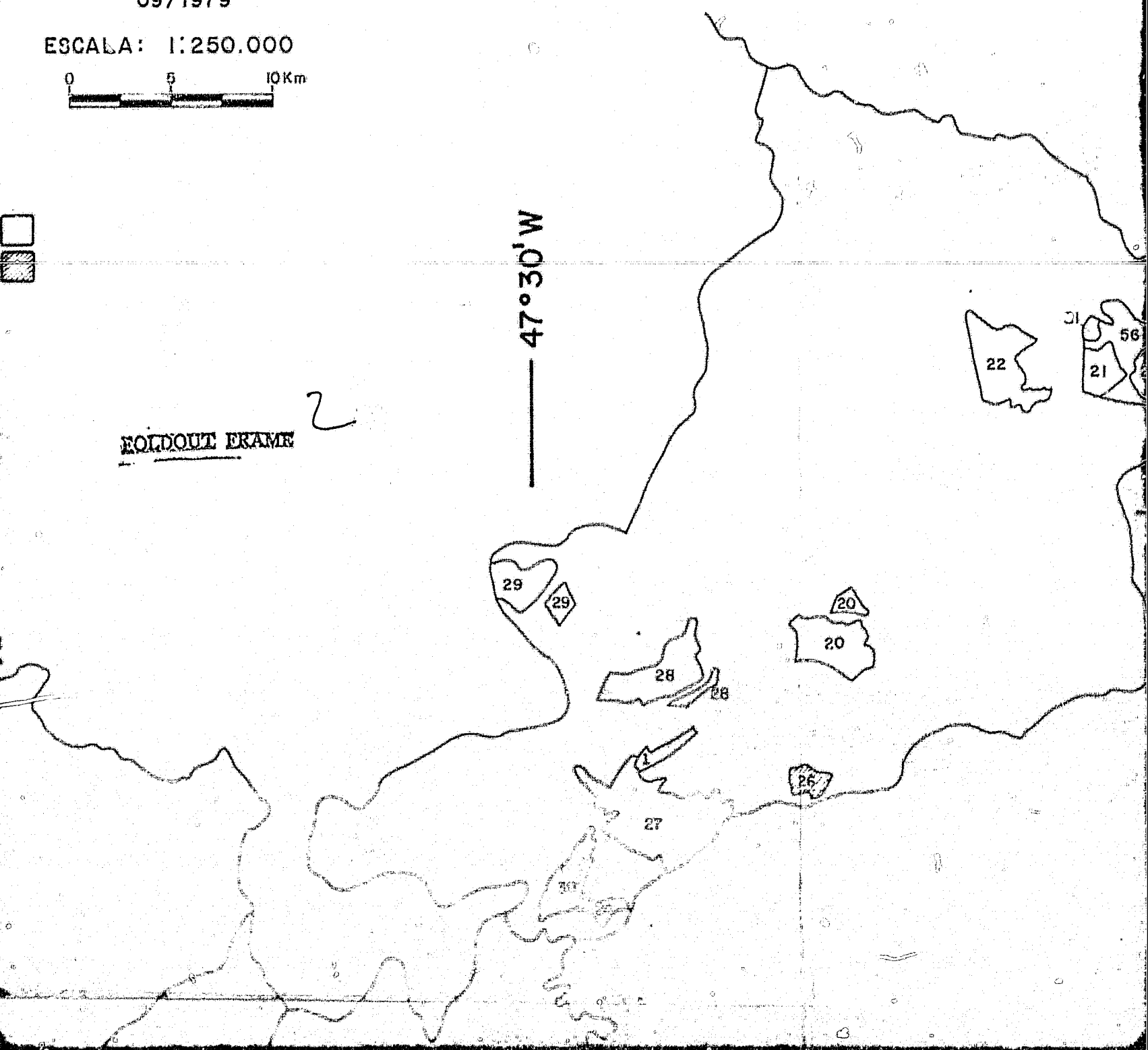
DATA DA PASSAGEM  
09/1979

ESCALA: 1:250.000



FOLDOUT FRAME

47°30'W



# APÊNDICE B

10 ANO DE  
LANDSAT

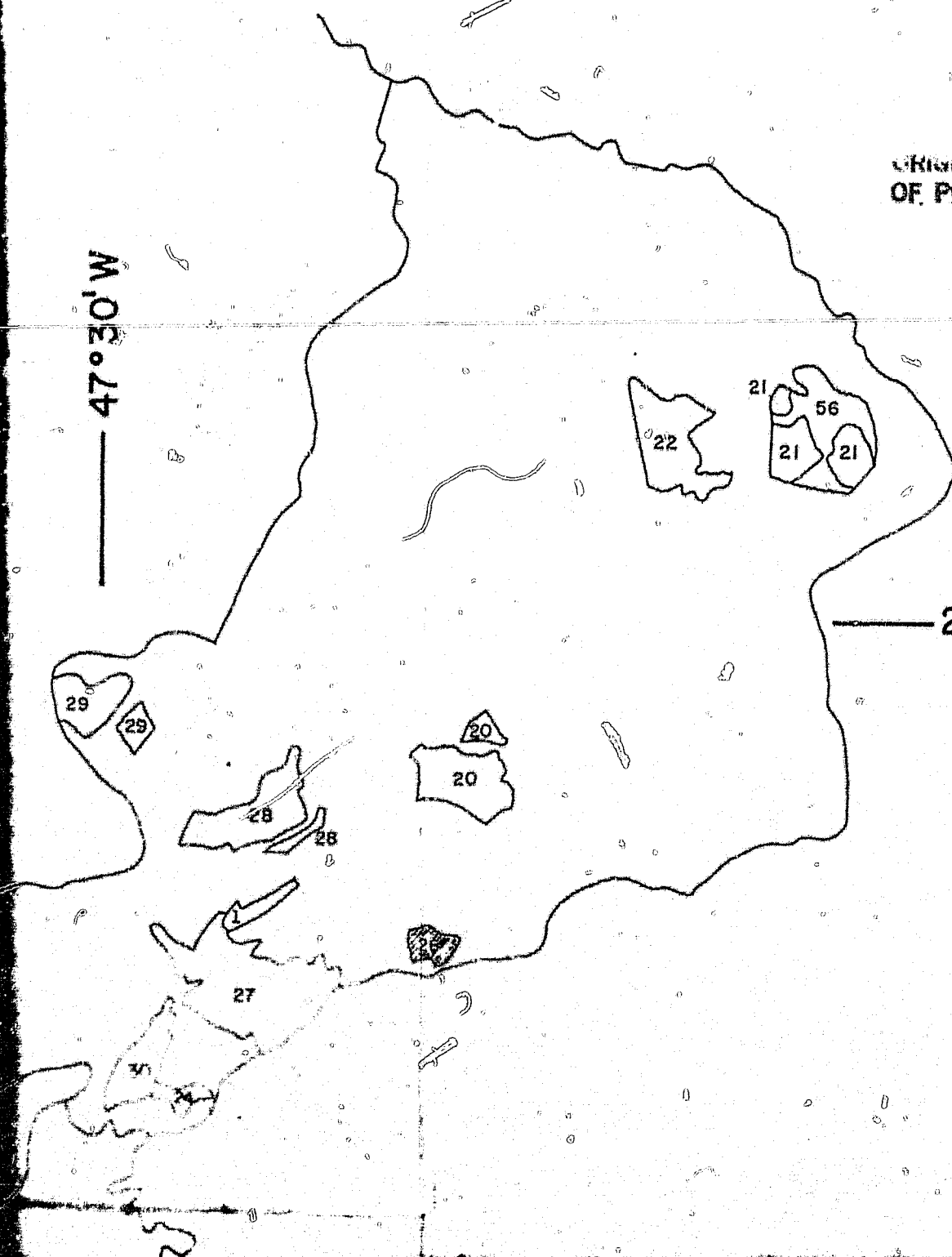
3

EXTRACT FRAME

ORIGINAL FROM IS  
OF POOR QUALITY.

47°30'W

21°00'S



FOLDOUT FRAME

4  
ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

21°30' S

13

14

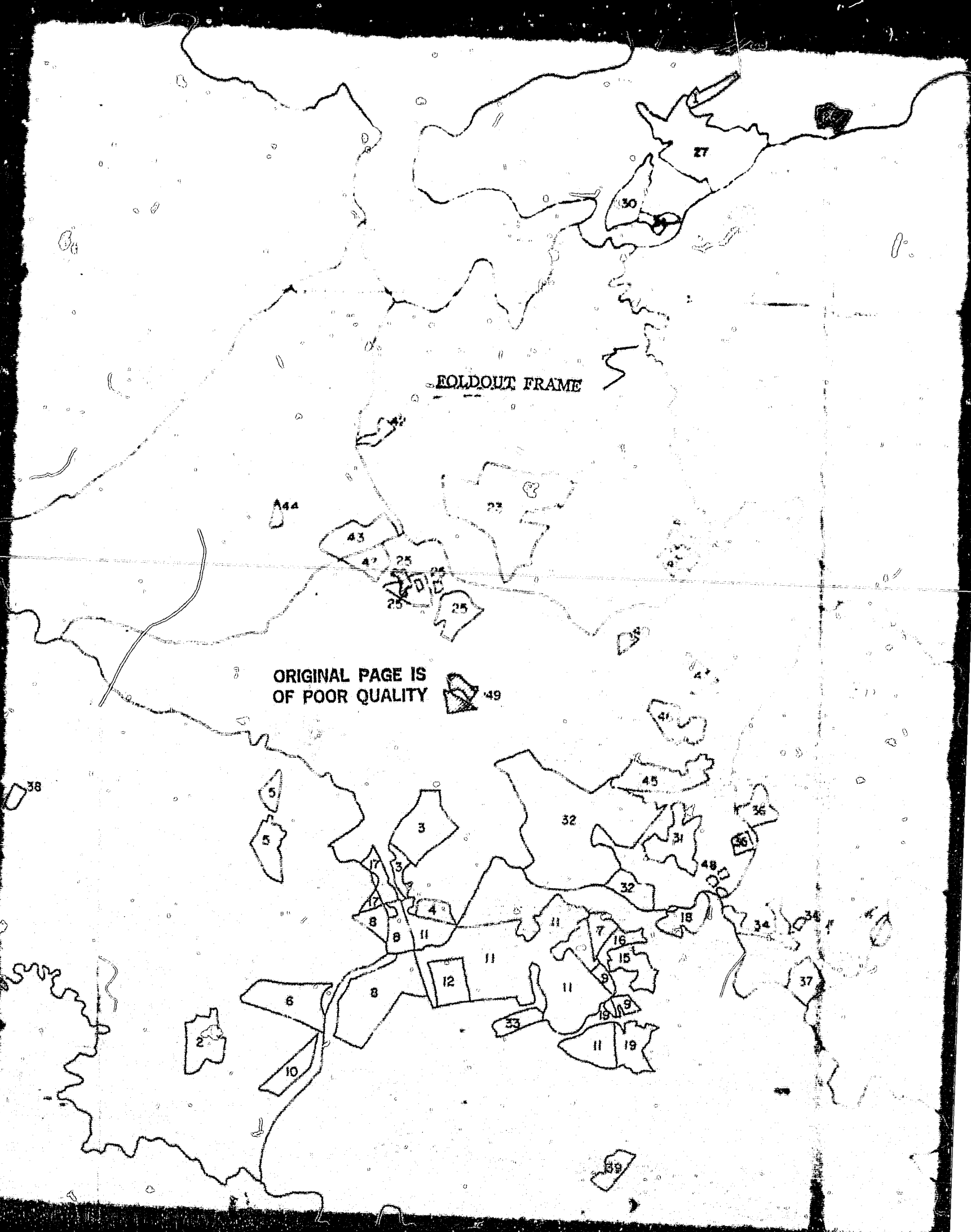
38

14

2

FOLDOUT FRAME

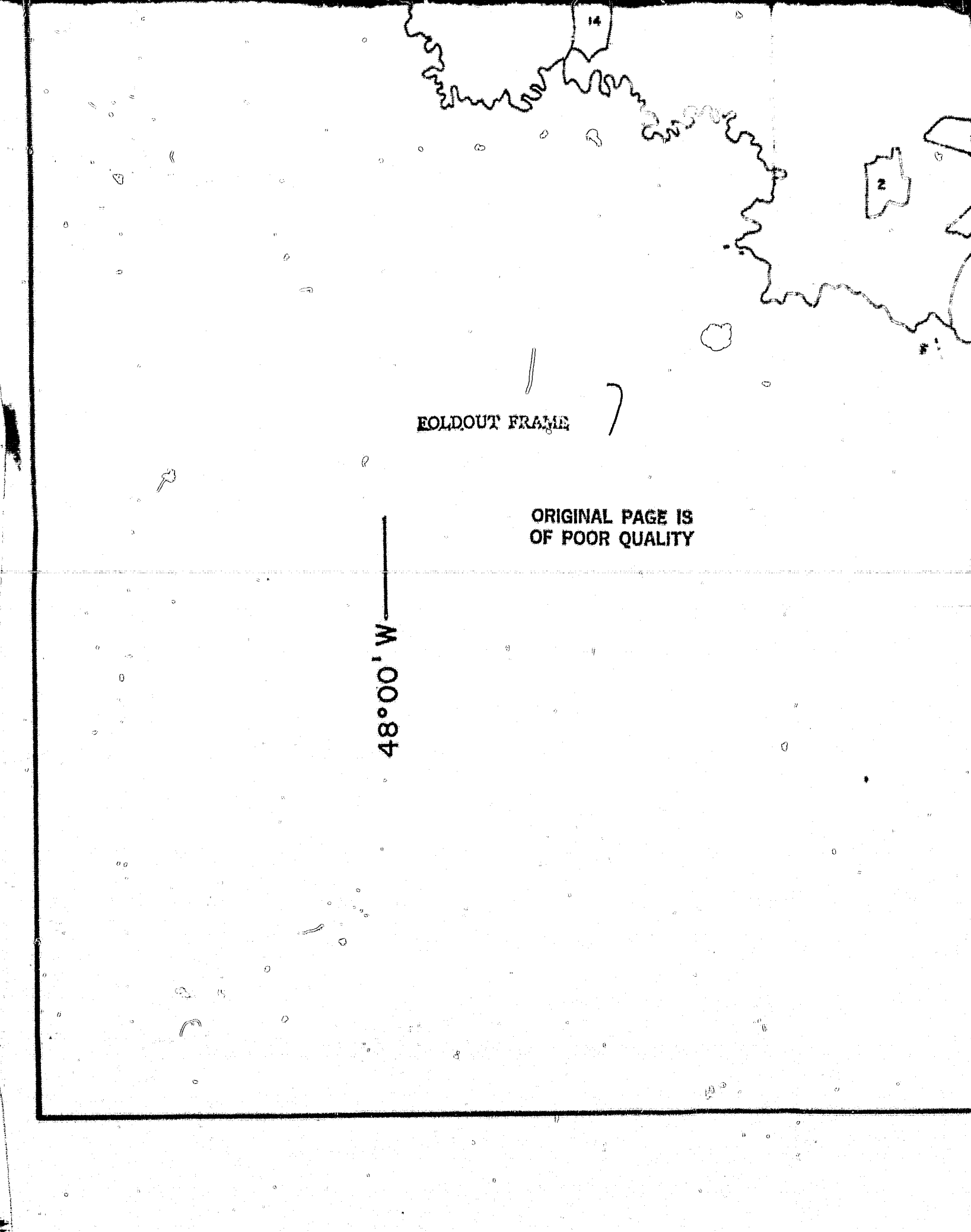
ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY



OUT FRAME

6  
OUT FRAME

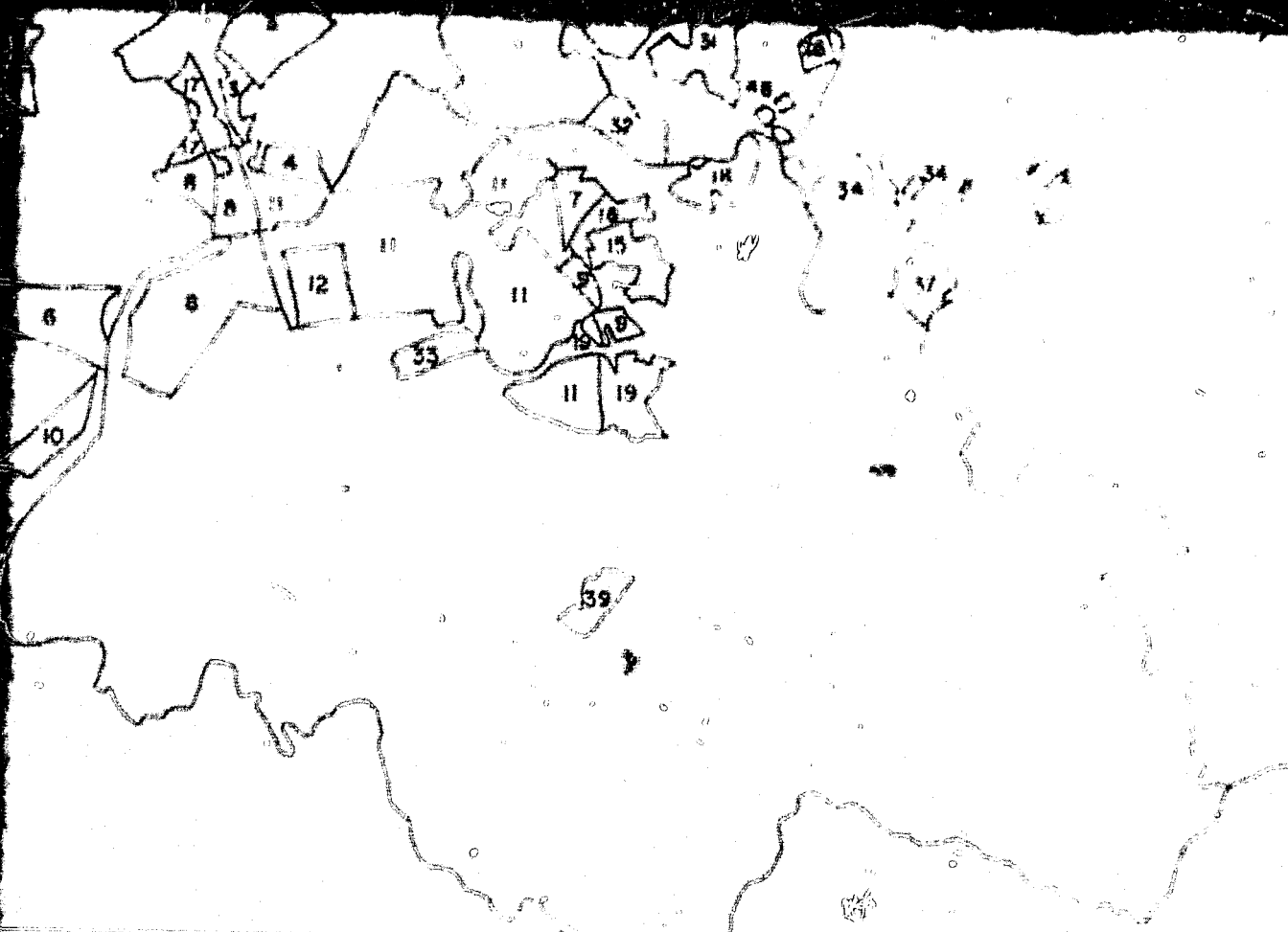
21°30'S



FOLDOUT FRAME

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

48°00' W



47°30'W

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY.

FOLDOUT FRAME

8

APENDICE C

COMPORTAMENTO DAS ÁREAS REFLORESTADAS DURANTE O PERÍODO DE 1977 A 1979.



CNPq - INPE

COMPORTAMENTO DAS ÁREAS RI  
1977 A 1979, UTILIZAND

FOLDOUT FRAME

LEGENDA:



ÁREA PLANTADA :



ÁREA CORTADA :



ÁREA NÃO ALTERADA :

21°00' S

48°00' W

# REAS REFLORESTADAS DURANTE O PERÍODO DE LIZANDO-SE IMAGENS MSS DO LANDSAT

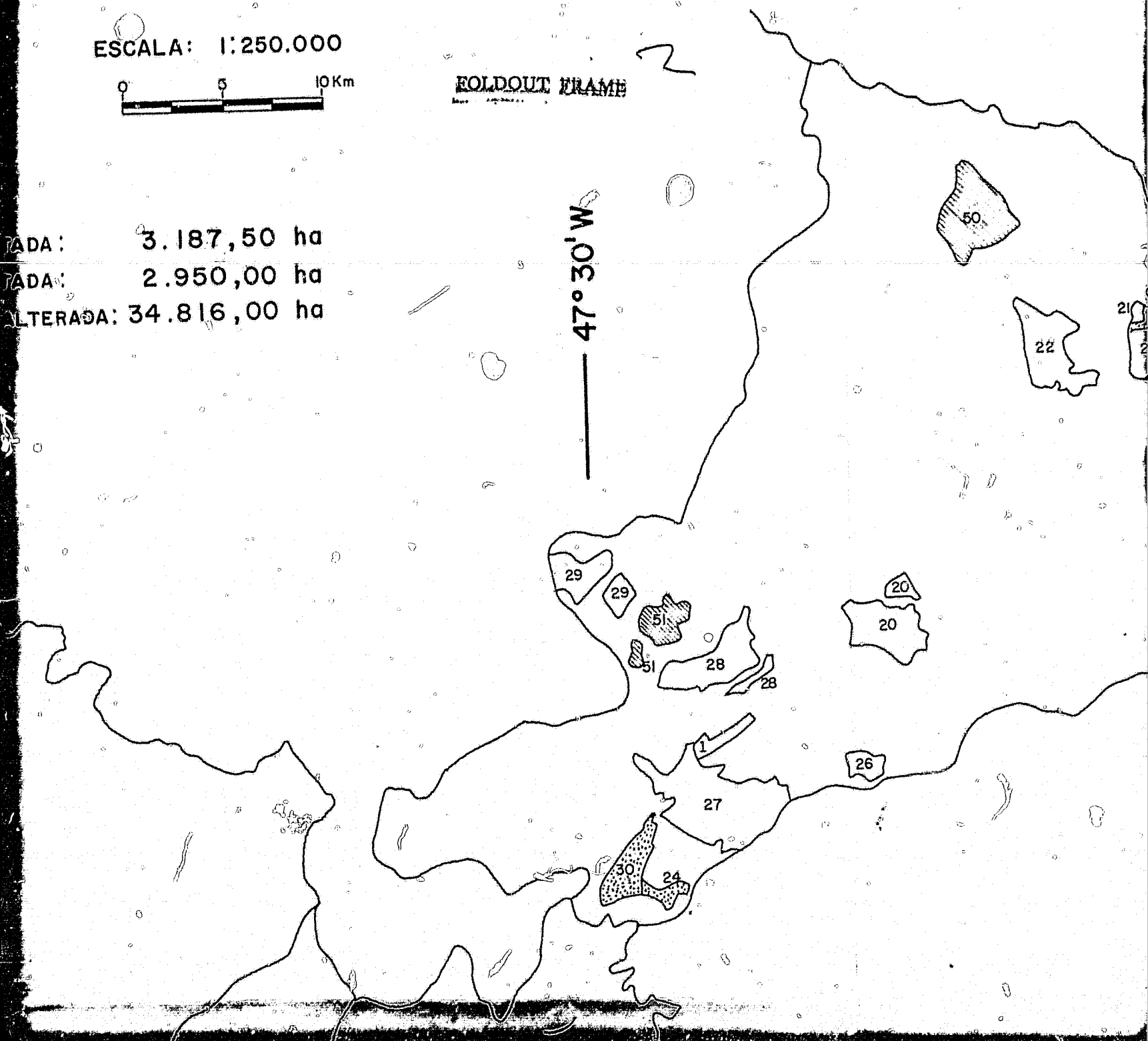
ESCALA: 1:250.000



FOLDOUT FRAME

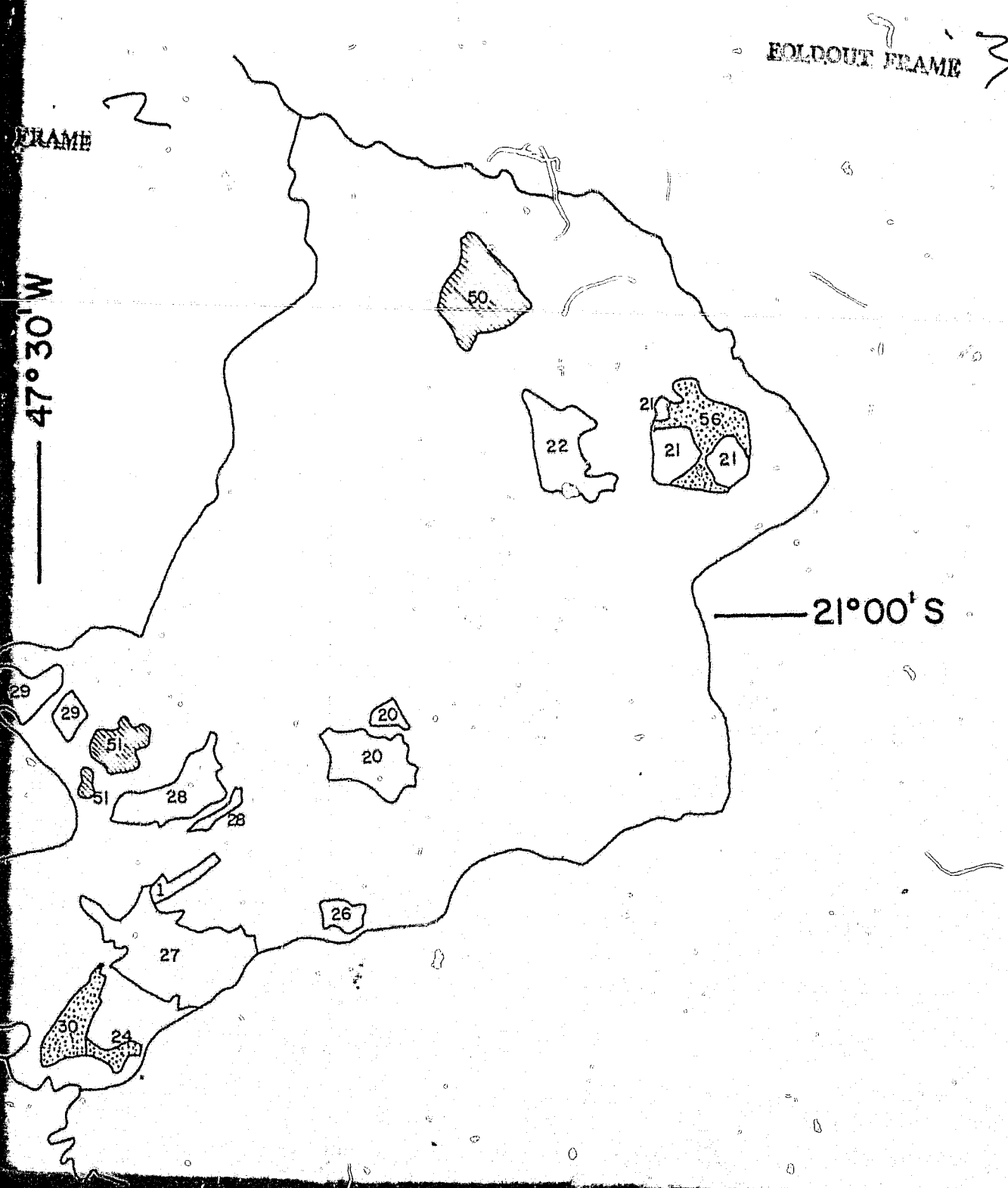
ADA: 3.187,50 ha  
ADA: 2.950,00 ha  
ALTERADA: 34.816,00 ha

47° 30' W



# APÊNDICE C

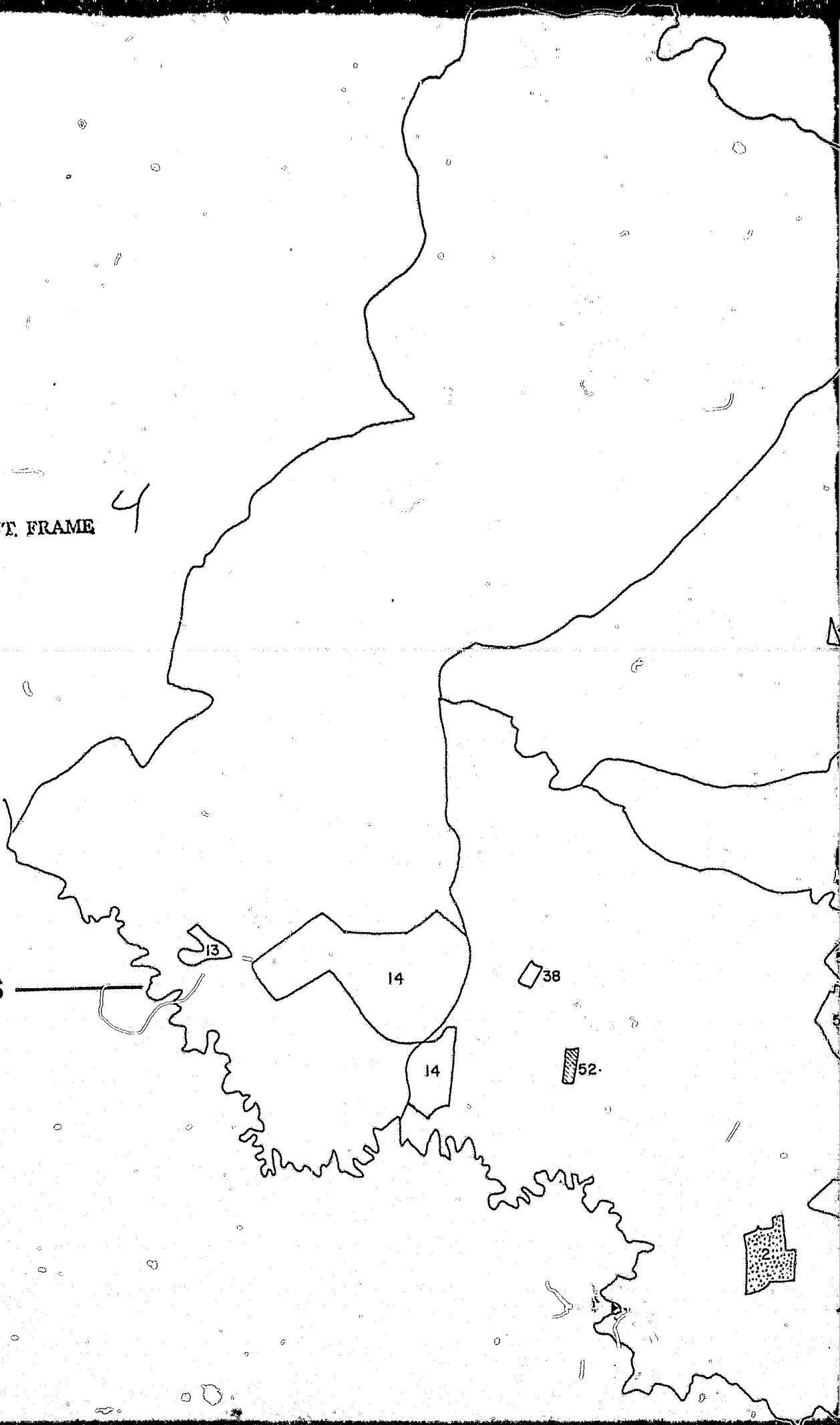
PERÍODO DE  
LANDSAT

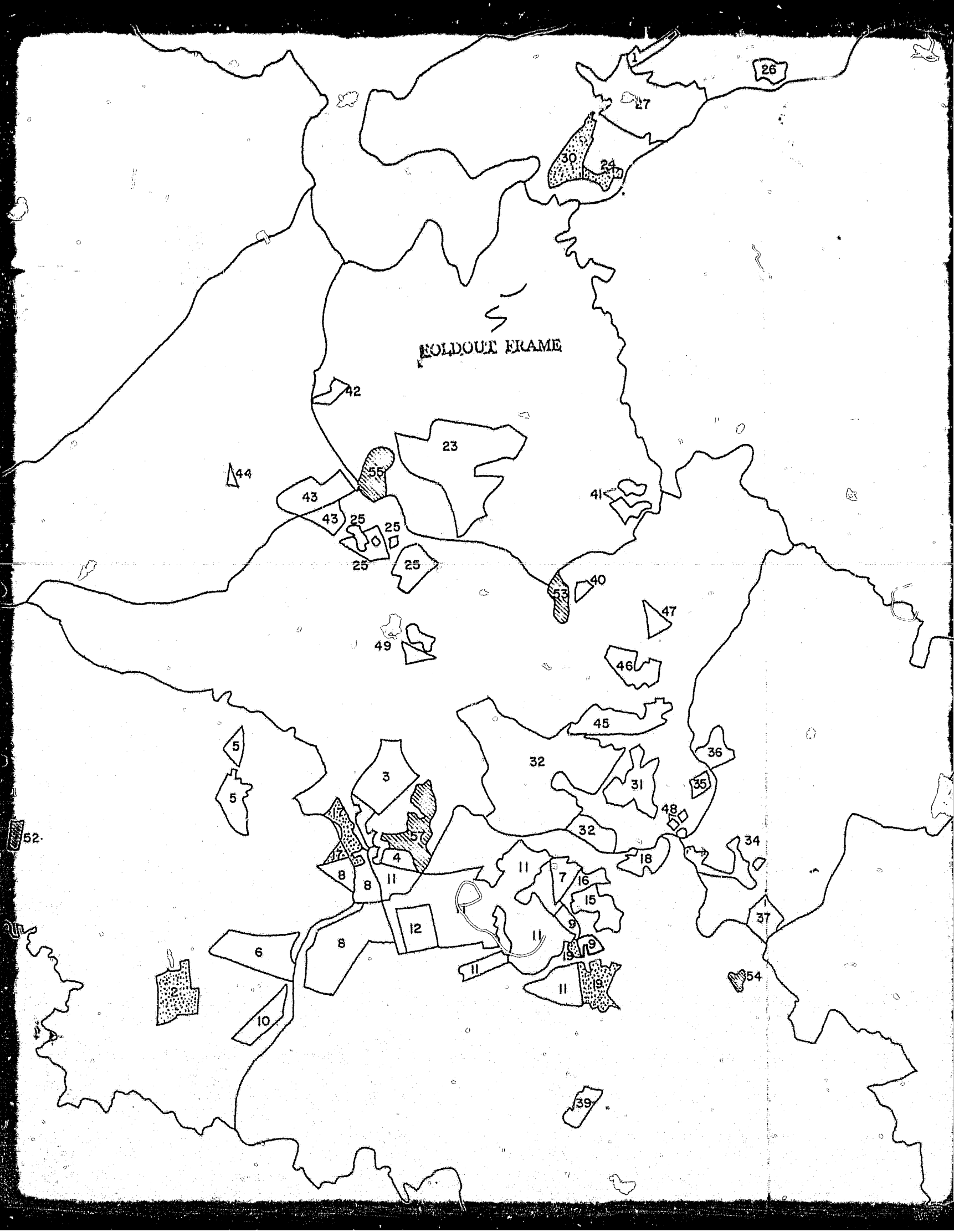


FOLDOUT FRAME

4

21°30'S

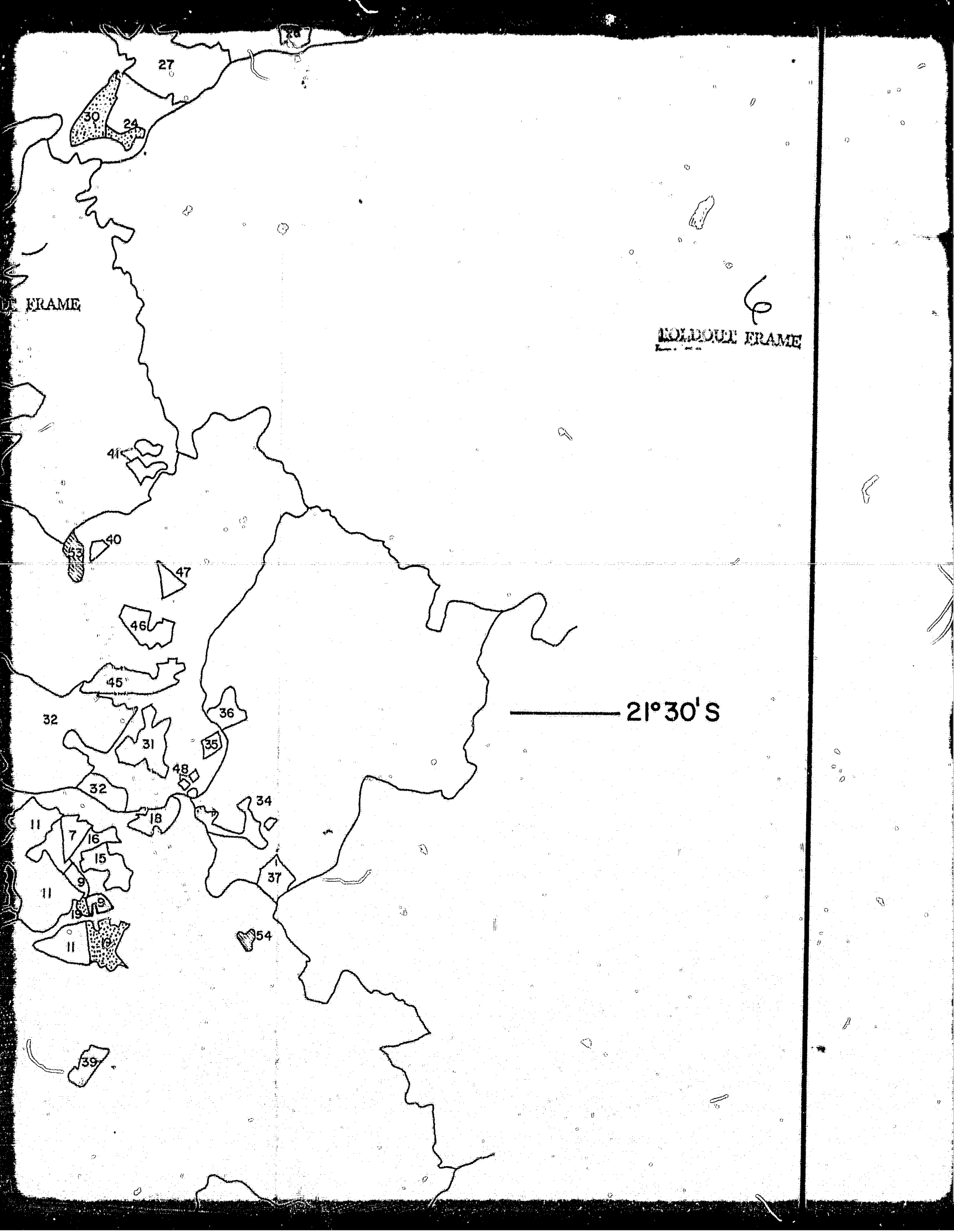




DE FRAME

6  
HOLDOUT FRAME

————— 21°30'S



21°30' S

14

38

14

52

5

2

FOLDOUT FRAME

7

48°00' W



47°30'W

FOLDOUT FRAME

8